



UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT  
FAKULTAS KEHUTANAN

# JURNAL HUTAN TROPIS



ISSN : 2337-7771  
e-ISSN : 2337-7992

## SURAT KETERANGAN PEMUATAN NASKAH

Nomor : 145/B-PM/JHT/2019

Dewan Redaksi Jurnal HUTAN TROPIS (Terakreditasi Sinta-3, SK Akreditasi No 45/E/KPT/2018) dengan ini menerangkan bahwa :

Judul Artikel Ilmiah : **KARBON TERSIMPAN DI TATA GUNA LAHAN SUB-SUB DAS  
KHILAU DAS SEKAMPUNG**

Penulis : Ratih Rinda Ningsih, Irwan Sukri Banuwa, Duryat, dan  
Slamet Budi Yuwono

Lembaga Penulis : Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Lampung

Diterima tanggal : 11 September 2019

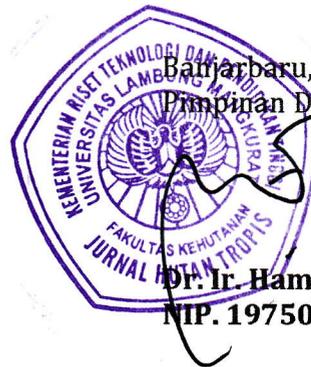
Disetujui tanggal : 13 Oktober 2019

Telah Layak untuk dimuat dan dipublikasikan dalam Jurnal Hutan Tropis Volume 8 Nomor 1 Edisi Maret 2020.

Demikian Surat Keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Banjarbaru, 14 Oktober 2019

Pimpinan Dewan Redaksi,



**Dr. Ir. Hamdani Fauzi, S.Hut, M.P**  
**NIP. 197503062000031001**

# KARBON TERSIMPAN DI TATA GUNA LAHAN SUB-SUB DAS KHILAU DAS SEKAMPUNG

(*Carbons Stored In Land Use Of Sub-Watersheds Khilau Sekampung  
Watersheds*)

Ratih Rinda Ningsih<sup>1</sup>, Irwan Sukri Banuwa<sup>2</sup>, Duryat<sup>3</sup>,  
Slamet Budi Yuwono<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

<sup>2</sup>Dosen Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Lampung

<sup>3</sup>Dosen Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Lampung

<sup>4</sup>Dosen Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Lampung  
Jl Sumantri Brojonegoro, Gedung Meneng, Bandar Lampung, 35145

**ABSTRACT.** *The khilau is one of sub-watershed of the sekampung watershed. The area was very important due to its function as catchment area which is also located close to TAHURA (great forest park ) Wan Abdurrachman, there for sub-watershed khilau plays a very strategic role in the preservation of biodiversity and climate change. The study aims were to analyze the carbon determine the total carbon dioxide uptake and oxygen release in the khilau sub-watershed. The carbon stored was estimated by using allometric equation the biomass tree. The biomass expansion factor was employed estimated the biomass of necromass, understorey and litter. The carbon conten multiplication with the value of the conversion of carbon elements to carbon dioxide, while for the oxigen release was estimated by multiplying the value of carbon squistration by the conversion value of carbon atoms to oxygen based on atomic weight. The result showed that carbon stored in the forest was 141,69 tons/ha, it was greater than agroforetry (75,33 tons/ha), shrubs (24,74 tons/ha), annual plant (11,13 tons/ha) and paddy fields (3,45 tons/ha) with a total area of forest 52,22 ha, agroforestry 457,86 ha, shrub 28,74 ha, annual plant 84,8 ha and paddy fields 2,36 ha. The total carbon dioxide absorbtion was 159.832,73 tons and oxygen release was 426.220,61 tons.*

**Keywords:** *Keywords: Sub-watershed, stored carbon and land use.*

**ABSTRAK.** DAS (Daerah Aliran Sungai) Khilau merupakan Sub-Sub DAS dari DAS Sekampung. Wilayah ini sangat penting karena merupakan *Catchment area* yang juga letaknya berdekatan dengan TAHURA (Taman hutan raya), sehingga menjadikannya sangat strategis dalam pelestarian keanekaragaman hayati dan perubahan iklim. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karbon tersimpan pada berbagai tutupan lahan serta mengetahui total serapan karbondioksida dan pelepasan oksigen di Sub-Sub DAS Khilau DAS Sekampung. Metode yang digunakan untuk menduga karbon tersimpan dengan menggunakan persamaan allometrik, untuk menduga biomassa pohon dan *Biomassa Exspansion Factor* digunakan untuk menganalisis biomassa nekromassa, tumbuhan bawah dan serasah. Metode yang digunakan untuk menduga penyerapan karbondioksida melalui perkalian kandungan karbon dengan nilai konversi unsur karbon ke karbondioksida, sedangkan untuk pelepasan oksigen dapat diduga dengan perkalian nilai *sekruistrasi* karbon dengan nilai konversi atom karbon ke oksigen berdasarkan berat atom. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karbon tersimpan pada tutupan lahan hutan sebesar 141,69 ton/ha lebih besar jika dibandingkan dengan tutupan lahan agroforestri (75,33 ton/ha), semak belukar (24,74 ton/ha), tanaman semusim (11,13 ton/ha) dan sawah (3,45 ton/ha) dengan luasan tutupan lahan hutan sebesar 52,22 ha ,agroforestri 457,86 ha, semak belukar 28,74 ha ,tanaman semusim 84,8 ha dan sawah 2,36 ha mampu

menyerap karbondioksida sebesar 159.832,73 ton dan melepaskan oksigen sebesar 426.220,61 ton.

**Kata Kunci:** persepsi; Sub-sub DAS, Karbon tersimpan, penggunaan lahan.

**Penulis untuk korespondensi:** surel: [ratihrindaningsih@gmail.com](mailto:ratihrindaningsih@gmail.com)

## PENDAHULUAN

Terjadinya peningkatan suhu di bumi diakibatkan karena tingginya laju emisi karbon di suatu wilayah (Banjarnahor et al, 2018). Tingginya deforestasi sangat berkontribusi terhadap kenaikan gas rumah kaca (Tiosanni, 2015). Karbondioksida merupakan salah satu gas rumah kaca penyumbang terbesar dalam meningkatnya laju pemanasan global (Junaedi, 2008). Hal ini disebabkan meningkatnya aktifitas manusia, dalam penggunaan bahan bakar fosil serta kebutuhan akan ruang dan lahan yang semakin meningkat (Azham et al. 2015).

Berbagai permasalahan tersebut berimplikasi terhadap rendahnya jumlah serapan karbon, pada setiap tutupan lahan yang mengalami perubahan penggunaan lahan (Hardjana, 2012). Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk mengembalikan fungsi lahan sebagaimana, mampu menyimpan dan menyerap karbon dalam bentuk vegetasi. Hutan dengan tutupan vegetasi yang melimpah mampu menyerap karbon dalam jumlah yang besar (Noor'an et al, 2015).

Berdasarkan ketetapan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) No.13 tahun 2018 menetapkan Sub-Sub DAS Khilau DAS Sekampung, sebagai Site Project Cross Cutting Capacity Development (CCCD). DAS yang mengalami degradasi lahan berupa perubahan penggunaan lahan akan berpengaruh terhadap serapan karbon tersimpan yang dihasilkan. Oleh karena itu, Universitas Lampung dan KLHK mengadakan kerjasama untuk meneliti karbon tersimpan, penyerapan karbondioksida dan pelepasan oksigen di Sub-Sub DAS Khilau DAS Sekampung. Kegiatan ini didanai United National Development Program ( UNDP). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karbon tersimpan pada berbagai tutupan lahan serta mengetahui total serapan karbondioksida dan pelepasan oksigen di Sub-Sub DAS Khilau DAS Sekampung.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di wilayah hutan lindung register 21 Perintian Batu KPH Pesawaran yang berada di Sub-Sub DAS Khilau DAS Sekampung. Pada bulan Maret 2019 seluas lebih kurang 625,98 ha. Sub-Sub DAS Khilau DAS Sekampung memiliki curah hujan sebesar 17650,5 mm/tahun pada tahun 2017 lokasi ini merupakan DAS yang masuk dalam wilayah KPH Pesawaran register 21 yang ditetapkan oleh Kementerian lingkungan hidup dan kehutanan sebagai lokasi yang mengalami kerusakan lahan akibat alih fungsi lahan, sehingga berpengaruh terhadap jumlah karbon yang dihasilkan.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Global positioning system (GPS), pita meter, haka meter, lembar pengamatan (*tally sheet*), tali rafia, gunting, oven, timbangan neraca analitik dengan ketelitian 0,01 gram, gergaji, plastik ukuran 1 kg, spidol permanen, kamera, tress bag dan seperangkat laptop dengan software Ms. *Excel* 2010. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini berupa vegetasi dari berbagai bentuk penggunaan lahan di Sub-Sub DAS Khilau DAS Sekampung .

Metode pengambilan data dalam penelitian berupa data tinggi, diameter, jenis, berat basah nekromassa, berat basah seresah dan berat basah tumbuhan bawah. Data sekunder adalah data literatur dari berbagai penelitian atau artikel ilmiah mengenai cadangan karbon tersimpan. Pengambilan sampel penelitian menggunakan metode cluster sampling karena berdasarkan citra satelit, di Sub-Sub DAS Khilau DAS

Sekampung diketahui terdapat lima kelas tutupan lahan (hutan, semak-belukar, agroforestri, tanaman semusim dan persawahan). Ditentukan setiap penggunaan lahan untuk pengambilan sampel sebanyak 4 (empat) kali ulangan pada tiap penggunaan lahan. Oleh karena itu, total sampel plot yang diambil secara keseluruhan berjumlah 20 plot sampel Sub-Sub DAS Khilau DAS Sekampung.

Petak ukur bujursangkar yang digunakan dalam penelitian ini dengan ukuran 20mx20m untuk pengambilan data pohon dan nekromassa, 10mx10m untuk pengambilan data tiang, 5mx5m untuk pancang dan 2mx2m untuk tumbuhan bawah dan serasah. Pengambilan data biomassa pohon dengan menggunakan metode non destruktif, sedangkan nekromassa (pohon mati rebah), tumbuhan bawah dan serasah dilakukan dengan metode destruktif. Kemudian dilakukan pengovenan terhadap sampel tumbuhan bawah, serasah dan nekromassa.

Data dianalisis dengan menggunakan rumus Indeks Nilai Penting (INP) dan biomassa pohon dianalisis dengan menggunakan persamaan allometrik, sedangkan biomassa nekromassa, tumbuhan bawah dan serasah dianalisis dengan rumus *Biomass Expansion Factor*. Oleh karena itu INP (Indeks Nilai Penting), Biomassa, Karbon tersimpan, Serapan karbondioksida dan Pelepasan oksigen pada setiap penggunaan lahan dapat diketahui. Berikut perhitungan yang digunakan untuk mengetahui Indeks Nilai Penting (INP) spesies tanaman dalam komunitas tumbuhan dapat dilihat sebagai berikut.

#### 1. Kerapatan

Kerapatan atau densitas adalah jumlah individu per unit luas atau per unit volume.

$$K = \frac{\text{Jumlah individu untuk spesies ke-i}}{\text{Luas seluruh petak contoh}}$$

$$KR = \frac{\text{Kerapatan spesies ke-i}}{\text{Kerapatan seluruh spesies}} \times 100\%$$

#### 2. Frekuensi

Frekuensi merupakan intensitas ditemukannya suatu spesies organisme dalam pengamatan keberadaan organisme pada suatu ekosistem.

$$F = \frac{\text{jumlah petak contoh ditemukannya suatu spesies ke-i}}{\text{jumlah seluruh petak contoh}}$$

$$FR = \frac{\text{Frekuensi suatu spesies ke-i}}{\text{Frekuensi seluruh spesies}} \times 100\%$$

#### 3. Dominansi

Dominansi merupakan penguasaan suatu jenis dalam suatu vegetasi atau komunitas terhadap jenis yang lain. Penelitian ini dominansi ditentukan dengan jalan menghitung luas bidang dasar (LBDs) masing- masing jenis.

$$D = \frac{\text{Jumlah luas bidang dasar}}{\text{Luas seluruh petak contoh}}$$

$$DR = \frac{\text{Dominansi suatu jenis}}{\text{Dominansi seluruh jenis}} \times 100\%$$

#### 4. Indeks Nilai Penting (INP)

Indeks nilai penting (INP) adalah parameter kuantitatif yang dapat dipakai untuk menyatakan tingkat dominansi (tingkat penguasaan) spesies-spesies dalam suatu komunitas tumbuhan.

$$INP = KR + FR + DR$$

Keterangan :

INP : Indeks Nilai Penting

KR : Kerapatan Relatif

FR : Frekuensi Relatif

DR : Dominansi Relatif

INP fase tumbuhan bawah menggunakan perhitungan seperti berikut:

$INP = KR + FR$   
 Keterangan :  
 INP : Indeks Nilai Penting  
 KR : Kerapatan Relatif  
 FR : Frekuensi Relatif

Berikut persamaan allometrik yang digunakan untuk mengetahui jumlah biomassa yang terdapat di satu jenis tanaman dapat dilihat pada Tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 1. Estimasi biomasa pohon menggunakan persamaan allometrik di Hutan berdasarkan zona iklimnya.

Curah hujan (mm/tahun)	Rumus Alometrik
Kering (<1500)	1. $(AGB)_{est} = 0.112 * (\rho D^2 H)^{0.916}$
	2. $(AGB)_{est} = \rho * \exp(-0.667 + 1.784 * \ln(D) + 0.207 * (\ln(D))^2 - 0.0281 * (\ln(D))^3)$
Humid/lembab (1500-4000)	1. $(AGB)_{est} = 0.0509 * \rho D^2 H$
	2. $(AGB)_{est} = \rho * \exp(-1.499 + 2.148 * \ln(D) + 0.207 * (\ln(D))^2 - 0.0281 * (\ln(D))^3)$
Basah (>4000)	1. $(AGB)_{est} = 0.0776 * (\rho D^2 H)^{0.94}$
	2. $(AGB)_{est} = \rho * \exp(-1.239 + 1.980 * \ln(D) + 0.207 * (\ln(D))^2 - 0.0281 * (\ln(D))^3)$

Sumber : Chave *et al.*, 2005.

Keterangan:

$AGB_{est}$  = Biomasa pohon bagian atas tanah (kg/pohon)  
 D = Diameter batang setinggi dada (cm)  
 H = Tinggi pohon (m)  
 $\rho$  = Berat jenis kayu ( $g/cm^3$ )

Kemudian seresah dan tumbuhan bawah dapat dihitung dengan menggunakan rumus Biomass Expansion Factor (Brown, 1997).

$$\text{Total BK} = \frac{\text{BK sub contoh (gr)}}{\text{BB sub contoh (gr)}} \times \text{total BB (gr)}$$

Keterangan:

BK : Berat Kering (gr)  
 BB : Berat Basah (gr)

### Penyerapan CO<sub>2</sub>

Perhitungan potensi penyerapan gas CO<sub>2</sub> diperoleh melalui perkalian kandungan karbon terhadap besarnya serapan CO<sub>2</sub>, maka perhitungan dilakukan berdasarkan 1 juta metric ton karbon ekuivalen dengan 3,67 juta/ ton CO<sub>2</sub> yang diserap dari atmosfer. Perhitungan serapan CO<sub>2</sub> dilakukan dengan menggunakan rumus berikut (Hardjana, 2010).

$$W_{CO_2} = W_{tc} \times 3,67$$

Keterangan:

W CO<sub>2</sub> : CO<sub>2</sub> yang diserap (ton)

W<sub>tc</sub> : berat total unsur karbon tegakan jenis dan umur tertentu (ton/ha)

3,67 : angka ekuivalen/konversi unsur karbon (C) ke CO<sub>2</sub> [massa atom C=12 dan O=16, CO<sub>2</sub> (1x12)+(2x16)= 44; konversinya => (44:12)= 3,67].

Perhitungan jumlah oksigen yang terlepas didasarkan pada jumlah karbon yang dihasilkan pada saat melakukan fotosintesis dikurangi dengan jumlah oksigen terpakai selama respirasi tanaman. Jumlah produksi oksigen dapat diduga dari sekuestrasi karbon berdasarkan berat atom (Salisbury dan Ross, 1978) :

NET O<sup>2</sup> = net Cx 32/12

Keterangan :

Net O<sup>2</sup> : Pelepasan O<sup>2</sup>

Net C :Sekuestrasi karbon

Data terkumpul dianalisis dengan menggunakan RAKL (Rancangan Acak Kelompok Lengkap) dengan melakukan uji homogenitas untuk mengetahui bahwa data berasal dari sampel yang sama. Jika data homogen maka akan di uji lanjut dengan menggunakan analisis sidik ragam. Jika data tidak homogen maka dilakukan uji tranformasi data agar data homogen. Data yang homogen selanjutnya dianalisis sidik ragam untuk mengetahui, apakah data antar perlakuan memiliki perbedaan nyata atau tidak. Jika berbeda nyata maka dilakukan uji lanjutan dengan menggunakan uji BNT dengan taraf 5%.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Indeks Nilai Penting

Hasil perhitungan indeks nilai penting pada berbagai tutupan lahan di Sub-Sub DAS Khilau DAS Sekampung, pada fase pohon, tiang, pancang dan tumbuhan bawah disajikan pada Tabel 2-.6.

Tabel 2. Indeks Nilai Penting pada fase pohon-semai di Hutan Primer Sub-Sub DAS Khilau DAS Sekampung.

No.	Spesies Tumbuhan	Indeks Nilai Penting Setiap Populasi Tumbuhan (%)				Rerata
		Pohon	Tiang	Pancang	Tumbuhan Bawah	
1	<i>Ageratum conyzoides</i>				32,19	32,19
2	<i>Aleurites moluccana</i>	22,11		17,58		19,85
3	<i>Artocarpus heterophylla</i>		12,44	14,19		13,31
4	<i>Chinnamomun iners .R</i>	22,92	27,04	24,82		24,93
5	<i>Clidemia hirta</i>				25,70	25,70
6	<i>Cynodon dactylon</i>				21,03	21,03
7	<i>Cyperus rotundus</i>				36,26	36,26
8	<i>Durio zibethinus</i>		12,97	21,93		17,45
9	<i>Eleusine indica .L</i>				15,58	15,58
10	<i>Ficus benjamina</i>	11,19				11,19
11	<i>Ficus fistulosa</i>	36,744				36,74
12	<i>Flacourtia rukam</i>	31,909	32,12			32,02
13	<i>Glirisidia</i>			24,37		24,37
14	<i>Hibiscus Macrophyllus</i>		11,87	20,40		16,13
15	<i>Intsia bijuga</i>			13,35		13,35
16	<i>Magnolia champaca</i>	30,412	35,53			32,97
17	<i>Mangifera indica</i>			13,71		13,71
18	<i>Panicum maximum</i>				23,89	23,89
19	<i>Parkia speciosa</i>		26,80	24,86		25,83
20	<i>Phoebe sp.</i>	35,668		21,93		28,80
21	<i>Pilea trinervia wight</i>				27,95	27,95
22	<i>Pithecellobium lobatum</i>			25,05		25,05
23	<i>Pterospermum J.</i>		33,06	28,67		30,87

Tabel 2 (Lanjutan)

No.	Spesies Tumbuhan	Indeks Nilai Penting Setiap Populasi Tumbuhan (%)				Rerata
		Pohon	Tiang	Pancang	Tumbuhan Bawah	
24	<i>Saccharum officinarum</i>				17,40	17,40
25	<i>Spathodea campanulata</i>	21,10				21,10
26	<i>Swetenia macrophylla</i>		17,47	13,05		15,26
27	<i>Syzygium polyanthum</i>	22,89	26,71	20,61		23,40
28	<i>Tectona Grandis</i>	20,895	12,66			16,78
29	<i>Vitex pinnata</i>	44,15	24,64	19,10		29,30

Berdasarkan Tabel 2 diketahui bahwa hasil perhitungan INP pada tutupan lahan hutan primer, tanaman dengan INP tertinggi pada fase pohon yaitu laban (*Vitex pinnata*), pada fase tiang yaitu cempaka (*Magnolia champaca*), pada fase pancang yaitu bayur (*Pterospermum javanicum*) dan pada fase semai/tumbuhan bawah yaitu rumput teki (*Cyperus rotundus*). Spesies-spesies tersebut memiliki INP tertinggi diduga karena tanaman-tanaman tersebut memiliki tingkat adaptasi yang lebih baik daripada tanaman lainnya. Hal ini sesuai dengan Destaranti, dkk (2017) yang menyatakan bahwa tingginya nilai INP mengartikan bahwa suatu jenis mempunyai daya adaptasi yang lebih baik dari jenis lainnya.

Tabel 3. Indeks Nilai Penting pada fase pohon- semai di Agroforestri Sub-Sub DAS Khilau DAS Sekampung.

No.	Spesies Tumbuhan	Indeks Nilai Penting Setiap Populasi Tumbuhan (%)				Rerata
		Pohon	Tiang	Pancang	Tumbuhan Bawah	
1	<i>Ageratum conyzoides</i>				32,88	32,88
2	<i>Aleurites Moluccana</i> <i>Artocarpus</i>	45,59	35,93			40,76
3	<i>heterophyllus</i>		26,89	55,89		41,39
4	<i>Cinnamomum sp.</i>		36,16			36,16
5	<i>Clidemia hirta</i>				26,77	26,77
6	<i>Cyperus rotundus</i>				39,00	39,00
7	<i>Dalbergia latifolia</i>	17,50				17,50
8	<i>Eleusine indica .L</i>				32,52	32,52
9	<i>Glirisdia</i>			40,52		40,53
10	<i>Havea brasiliensis</i>			27,07		27,07
11	<i>Hibiscus macrophyllus</i>	29,68				29,68
12	<i>Mangifera indica</i>	45,16	26,94	53,62		41,91
13	<i>Nephelium lappaceum</i>		28,51			28,51
14	<i>Parasianthes falcataria</i>	30,92				30,92
15	<i>Parkia speciosa</i>	37,24	41,64	54,91		44,59
16	<i>Phithecellobium lobatum</i>		25,76	39,02		32,39
17	<i>Phoebe sp.</i>	45,43				45,43
18	<i>Pouteria campechiana</i>			28,96		28,96
19	<i>Tectona grandis</i>	23,60				23,60
20	<i>Theobroma cacao</i>		36,53			36,53
21	<i>Tracheophyta</i>				36,30	36,30
22	<i>Vernonia arborea</i>	24,88				24,88

Berdasarkan Tabel 3 diketahui bahwa hasil perhitungan INP pada tutupan lahan Agroforestri, menunjukkan tanaman dengan INP tertinggi untuk fase pohon yaitu kemiri (*Aleurites Moluccana*), pada fase tiang yaitu petai (*Parkia speciosa*), pada fase pancang yaitu nangka (*Artocarpus heterophyllus*) dan pada fase tumbuhan bawah rumput teki (*Cyperus rotundus*).

Hal ini karena ketiga jenis tanaman tersebut merupakan tanaman MPTs yang memiliki nilai ekonomi dari hasil hutan bukan kayu secara langsung. Akan tetapi mengingat tutupan lahan agroforestri berada di kawasan lindung sehingga pemanfaatan lahannya sangat terbatas. Hal ini sesuai penelitian yang dilakukan oleh Mulyana, dkk (2017) bahwa masyarakat hanya diperbolehkan mengelola lahan dengan menanam jenis tanaman MPTs, agar masyarakat tetap dapat mengelola lahan dan memanfaatkan hasilnya untuk kebutuhan sehari-hari.

Tabel 4. Indeks Nilai Penting pada fase pohon- semai di Semak belukar Sub-Sub DAS Khilau DAS Sekampung.

No.	Spesies Tumbuhan	Indeks Nilai Penting Setiap Populasi Tumbuhan (%)				Rerata
		Pohon	Tiang	Pancang	Tumbuhan Bawah	
1	<i>Aegle marmelos</i>		51,07			51,07
2	<i>Ageratum conyzoides</i>				39,37	39,37
3	<i>Aleurites moluccana</i>	66,71				66,71
4	<i>Arenga pinnata</i>	42,08				42,08
5	<i>Artocarpus heterophyllus</i>			59,72		59,72
6	<i>Chinnamomun iners .R</i>			27,73		27,73
7	<i>Citrus amblycarpa</i>			41,04		41,04
8	<i>Clidemia hirta</i>				34,76	34,76
9	<i>Cocos nucifera</i>		109,9			109,92
10	<i>Cynodon dactylon</i>				31,11	31,11
11	<i>Cyperus rotundus</i>				30,95	30,95
12	<i>Eleusine indica .L</i>				37,46	37,46
13	<i>Gliricidia</i>			29,03		29,03
14	<i>Imperata cylindrica</i>				26,35	26,35
15	<i>Mangifera indica</i>	44,81				44,81
16	<i>Parkia speciosa</i>	74,61				74,61
17	<i>Pithecollobium lobatum</i>	71,79				71,79
18	<i>Pouteria campechiana</i>			49,73		49,73
19	<i>Theobroma cacao</i>		139,01	44,90		91,96

Berdasarkan Tabel 4 diketahui bahwa hasil perhitungan INP pada tutupan lahan semak belukar, menunjukkan tanaman dengan INP tertinggi pada fase pohon yaitu petai (*Parkia speciosa*), pada fase tiang yaitu kakao (*Theobroma cacao*) dan pada fase pancang yaitu nangka (*Artocarpus heterophyllus*), sedangkan pada fase semai/tumbuhan bawah yaitu bandotan (*Ageratum conyzoides*). Hasil ini menunjukkan bahwa spesies tersebut memiliki tingkat penguasaan jenis yang tinggi dalam komunitasnya.

Hal ini sesuai dengan Indriyanto (2012) yang menyatakan bahwa jenis tanaman dengan INP tertinggi memiliki tingkat penguasaan yang besar dalam komunitas vegetasi. Selain itu, tingginya jumlah tanaman petai diduga dijadikan sebagai tanaman penaung bagi tanaman kakao yang membutuhkan tanaman berstrata tinggi sebagai penaung. Pernyataan ini sesuai dengan studi yang dilakukan Monde (2008) yang menyatakan tanaman kakao membutuhkan tanaman penaung.

Tabel 5. Indeks Nilai Penting pada fase pohon- semai di Tanaman semusim Sub-Sub DAS Khilau DAS Sekampung.

No.	Spesies Tumbuhan	Indeks Nilai Penting Setiap Populasi Tumbuhan (%)				Rerata
		Pohon	Tiang	Pancang	Tumbuhan Bawah	
1	<i>Aleurites Moluccana</i>	88,88				88,88
2	<i>Arachis hypogea</i>				30,22	30,22
3	<i>Artocarpus heterophyllus</i>			73,93		73,93
4	<i>Curcuma domestica Val.</i>				25,82	25,82
5	<i>Cymbopogon citratus</i>				32,97	32,97
6	<i>Durio zibetinus</i>		48,00			48,00
7	<i>Erythrina sp.</i>		68,62			68,62
8	<i>Glarisidia</i>		92,23	162,12		127,18
9	<i>Kaemferia galanga</i>				40,66	40,66
10	<i>Litsea spp.</i>			63,94		63,94
11	<i>Parkia speciosa</i>	104,65	70,52			87,59
12	<i>Parsea americana</i>	106,46				106,46
13	<i>Phaseolus vulgaris</i>				26,37	26,37
14	<i>Zingiber officinale</i>				43,96	43,96

Berdasarkan Tabel 5 diketahui bahwa hasil perhitungan INP pada tutupan lahan tanaman semusim, menunjukkan tanaman dengan INP tertinggi pada fase pohon yaitu alpukat (*Parsea americana*), pada fase tiang dan pancang yaitu gamal (*Glarisidia*), sedangkan fase semai/tumbuhan bawah jenis tanaman jahe (*Zingiber officinale*). Hal ini diduga karena jenis tanaman tersebut memiliki pengaruh besar dalam komunitas tumbuhan. Hal ini sesuai dengan Sari, dkk (2018) yang mengemukakan bahwa besarnya INP menunjukkan peranan keberadaan spesies tanaman dalam komunitas tumbuhan.

Tabel 6. Indeks Nilai Penting pada fase pohon- semai di Sawah Sub-Sub DAS Khilau DAS Sekampung.

No.	Spesies Tumbuhan	Indeks Nilai Penting Setiap Populasi Tumbuhan (%)				Rerata
		Pohon	Tiang	Pancang	Tumbuhan Bawah	
1	<i>Aegle marmelos</i>		195,02	300,00		247,51
2	<i>Cocos nucifera</i>		104,98			104,98
3	<i>Gnetum gnemon</i>	300,00				300,00
4	<i>Pilea melastomoides</i>				48,96	48,96
5	<i>Zea mays</i>				151,04	151,04

Berdasarkan Tabel 6 diketahui bahwa hasil perhitungan INP pada tutupan lahan sawah. Tanaman dengan indeks nilai penting tertinggi pada fase pohon yaitu melinjo (*Gnetum Gnemon*) untuk fase pohon dan pada fase tiang dan pancang yaitu maja (*Aegle marmelos*), sedangkan pada fase semai/tumbuhan bawah padi (*Oryza Sativa*). Jenis tanaman seperti (melinjo, maja dan padi) memiliki INP tertinggi karena ditunjang dengan nilai Kerapatan Relatif (KR), Frekuensi Relatif (FR) dan Dominansi Relatif (DR). Hal ini sesuai dengan Dewi (2016) yang menyatakan bahwa nilai KR, FR dan DR memiliki kontribusi terhadap tingginya nilai INP.

## B. Analisis Data Biomassa Di Sub-Sub DAS Khilau DAS Sekampung

Perhitungan biomassa pada berbagai tutupan lahan di Sub-Sub DAS Khilau DAS Sekampung disajikan pada Tabel 7 berikut.

Tabel 7. Biomassa pada penggunaan lahan Sub-Sub DAS Khilau DAS Sekampung (ton/ha)

Penggunaan Lahan	Biomassa (ton/ha)				Total	Notasi
	Pohon	Nekromassa	Tumbuhan Bawah	Sereseh		
Hutan Primer	299,75	1,23	0,24	0,24	301,46	a
Agroforestri	159,37	0,45	0,27	0,18	160,27	b
Semak Belukar	51,07	1,19	0,21	0,17	52,64	c
Tanaman Semusim	23,08	0,08	0,33	0,2	23,69	c
Sawah	6,86	0	0,29	0,19	7,34	c
Jumlah	540,13	2,95	1,34	0,98	545,40	
Rata-rata	108,03	0,59	0,268	0,196	109,08	
%	99,03	0,54	0,25	0,18	100	
BNT 5%	41,28					

Berdasarkan Tabel 7 diketahui bahwa hasil perhitungan data biomassa di berbagai tutupan lahan Sub-Sub DAS Khilau DAS Sekampung memiliki jumlah yang berbeda-beda. Hal ini disebabkan karena diameter, jenis dan jumlah tanaman di berbagai tutupan lahan berbeda, sehingga berpengaruh terhadap jumlah biomassa yang dihasilkan. Hal ini sesuai dengan Rizon (2005) yang menyatakan bahwa besarnya biomassa dipengaruhi oleh jenis pohon, jumlah dan diameter. Tutupan lahan hutan primer memiliki biomassa dengan jumlah yang tertinggi, Hal ini diduga karena kerapatan vegetasi yang tinggi sehingga berpengaruh terhadap jumlah biomassa yang dihasilkan. Hal ini sesuai dengan Chairul, dkk (2016) yang menyatakan bahwa kerapatan yang tinggi akan berpengaruh terhadap jumlah biomassa yang dihasilkan.

Tutupan lahan agroforestri mampu menyimpan biomassa dengan jumlah tinggi, jika dibandingkan dengan semak belukar, tanaman semusim dan sawah. Hal ini diduga karena penerapan pola tanam agroforestri yang mampu menyimpan biomassa dalam jumlah yang besar. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan Hairiah dan Rahayu (2007) bahwa pola tanam agroforestri merupakan langkah yang tepat dalam mengoptimalkan penggunaan lahan dalam menyimpan biomassa. Biomassa pada tutupan lahan semak belukar memiliki jumlah rendah jika dibandingkan dengan hutan primer dan agroforestri. Hal ini terjadi karena kerapatan pohon yang terdapat di semak belukar cenderung lebih rendah. Hal ini sesuai dengan Rahayu, dkk (2007) bahwa kerapatan pohon akan mempengaruhi jumlah peningkatan karbon melalui peningkatan biomassa.

Tutupan lahan tanaman semusim dan sawah memiliki jumlah biomassa yang sangat rendah, jika dibandingkan dengan hutan primer, agroforestri dan semak belukar. Hal ini diduga pada kedua tutupan lahan tersebut memiliki jumlah pohon besar yang rendah, sehingga berpengaruh terhadap jumlah biomassa yang dihasilkan. Hal ini sesuai dengan Yuliasmara (2009) bahwa biomassa terendah terdapat pada wilayah yang memiliki jumlah pohon besar yang sedikit dan kerapatannya rendah.

### C. Analisis Data Karbon Tersimpan Sub-Sub DAS Khilau DAS Sekampung

Perhitungan karbon tersimpan pada berbagai tutupan lahan di Sub-Sub DAS Khilau DAS Sekampung disajikan pada Tabel 8 berikut.

Tabel 8. Karbon tersimpan pada penggunaan lahan Sub-Sub DAS Khilau DAS Sekampung (ton/ha)

Penggunaan Lahan	Karbon Tersimpan (ton/ha)				Total	Notasi
	Pohon	Nekromassa	Tumbuhan Bawah	Sereseh		
Hutan Primer	140,88	0,58	0,11	0,11	141,69	a
Agroforestri	74,90	0,21	0,13	0,08	75,33	b
Semak Belukar	24,00	0,56	0,10	0,08	24,74	c
Tanaman Semusim	10,85	0,04	0,16	0,09	11,13	c
Sawah	3,22	0,00	0,14	0,09	3,45	c
Jumlah	253,86	1,39	0,63	0,46	256,34	
Rata-rata	50,77	0,28	0,13	0,09	51,27	
%	99,03	0,54	0,25	0,18	100	
BNT 5%	19,40					

Berdasarkan Tabel 8 diketahui bahwa hasil perhitungan karbon tersimpan pada berbagai tutupan lahan Sub-Sub DAS Khilau DAS Sekampung, memiliki jumlah yang berbeda-beda. Hal ini terjadi karena setiap tutupan lahan memiliki kerapatan vegetasi yang berbeda. Hal ini sesuai dengan Sujarwo dan Dharma (2011) menyatakan bahwa jumlah karbon tersimpan disetiap penggunaan lahan berbeda karena dipengaruhi oleh tingkat kerapatan tumbuhan.

Tutupan lahan hutan primer jumlah karbon tersimpan termasuk dalam kategori baik dengan jumlah 141,69 ton/ha. Hal ini sesuai dengan IPCC (2006) yang menyatakan bahwa hutan yang kategori baik memiliki kandungan karbon >138 ton/ha. Hal ini didukung dengan Siregar, dkk (2018) yang menyatakan bahwa hutan berperan besar menyerap karbon sebanyak 50% dari bentuk biomassa.

Tutupan lahan agroforestri mampu menyimpan karbon dengan jumlah yang besar, jika dibandingkan dengan semak belukar, tanaman semusim dan sawah. Hal ini diduga penerapan pola tanam agroforestri yang menggabungkan antara kehutanan dan tanaman perkebunan, yang mampu mengoptimalkan jumlah karbon tersimpan. Hal ini sesuai dengan Siarudin dan Indrajaya (2014) bahwa pola tanam berkontribusi terhadap jumlah karbon tersimpan pada berbagai penggunaan lahan.

Semak belukar memiliki jumlah karbon tersimpan yang rendah, jika dibandingkan dengan hutan primer dan agroforestri. Hal ini diduga karena kerapatan vegetasi pada tutupan lahan semak belukar dalam kategori sedang. Hal ini sesuai Banuwa (2013) bahwa kerapatan tumbuhan mempengaruhi jumlah karbon tersimpan pada berbagai tutupan lahan.

Karbon tersimpan pada tutupan lahan tanaman semusim dan sawah sangat rendah. Hal ini disebabkan jumlah tanaman berkayu yang terdapat pada tutupan lahan tersebut sangat rendah, padahal diketahui tanaman berkayu berkontribusi besar terhadap jumlah karbon tersimpan. Hal ini sesuai dengan Mutiasari (2016) yang menyatakan bahwa tanaman berkayu adalah penyumbang karbon terbesar, sehingga keberadaanya sangat penting.

#### D. Analisis data penyerapan karbondioksida di Sub-Sub DAS Khilau DAS Sekampung

Perhitungan karbondioksida pada berbagai tutupan lahan di Sub-Sub DAS Khilau DAS Sekampung disajikan pada Tabel 9 berikut.

Tabel 9. Karbondioksida pada penggunaan lahan Sub-Sub DAS Khilau DAS Sekampung (ton/ha)

Penggunaan Lahan	Karbondioksida (Ton/Ha)				Total	Notasi
	Pohon	Nekromassa	Tumbuhan Bawah	Seresah		
Hutan Primer	517,04	2,12	0,41	0,41	519,99	a
Agroforestri	274,90	0,78	0,47	0,31	276,45	b
Semak Belukar	88,10	2,05	0,36	0,29	90,80	c
Tanaman Semusim	39,80	0,14	0,57	0,34	40,86	c
Sawah	11,83	0	0,50	0,33	12,66	c
Jumlah	931,68	5,09	2,31	1,69	940,77	
Rata-Rata	186,34	1,02	0,46	0,34	188,15	
%	99,03	0,54	0,25	0,18	100	
BNT 5%	71,21					

Berdasarkan Tabel 9 diketahui bahwa hasil perhitungan penyerapan karbondioksida pada berbagai tutupan lahan, di Sub-Sub DAS Khilau DAS Sekampung memiliki jumlah yang berbeda-beda. Menurut Chairul (2016) menyatakan bahwa perbedaan jumlah karbon dipengaruhi oleh tipe hutan, jenis vegetasi, tipe iklim dan curah hujan, topografi, dan kondisi biofisik lainnya.

Tutupan lahan hutan primer memiliki vegetasi yang melimpah, sehingga memberikan daya dukung bagi tanaman untuk menyerap dan melakukan proses fotosintesis dengan baik. Hal ini sesuai dengan Junaidi (2008) bahwa hutan merupakan komunitas tumbuhan yang dianggap paling besar, dengan kemampuan alami tumbuhan untuk menyerap karbondioksida melalui proses fotosintesis.

Tutupan lahan agroforestri mampu menyerap karbondioksida dengan baik, jika dibandingkan dengan semak belukar, tanaman semusim dan sawah. Hal ini diduga karena penerapan pola tanam yang mampu menyerap karbondioksida melalui fotosintesis. Hal ini sesuai dengan Adinugroho, dkk (2013) bahwa pola tanam memiliki kemampuan untuk menyerap karbondioksida dari atmosfer ke organ tanaman selama proses fotosintesis.

Tutupan lahan semak belukar, tanaman semusim dan sawah mampu menyerap karbondioksida dalam jumlah yang rendah dibandingkan hutan primer dan agroforestri. Hal ini diduga jumlah tanaman yang terdapat pada tutupan lahan tersebut keberadaannya rendah, seperti yang diketahui tanaman memiliki kemampuan dalam menyerap dan menggambarkan jumlah karbondioksida melalui proses fotosintesis. Hal ini sesuai dengan Hairiah dan Rahayu, (2007) bahwa proses fotosintesis dapat menggambarkan jumlah karbondioksida yang terserap melalui tubuh tumbuhan berupa (batang, ranting, daun dan akar).

#### E. Analisis Data Pelepasan Oksigen Di Sub-Sub DAS Khilau DAS Sekampung

Perhitungan karbondioksida pada berbagai tutupan lahan di Sub-Sub DAS Khilau DAS Sekampung disajikan pada Tabel 10 berikut.

Tabel 10. Pelepasan oksigen pada penggunaan lahan Sub-Sub DAS Khilau DAS Sekampung (ton/ha).

Penggunaan Lahan	Oksigen (Ton/Ha)				Total	Notasi
	Pohon	Nekromassa	Tumbuhan Bawah	Seresah		
Hutan Primer	1378,79	5,66	1,10	1,10	1386,65	a
Agrofo-Restri	733,07	2,07	1,24	0,83	737,21	b
Semak Belukar	234,92	5,47	0,97	0,78	242,14	c
Tanaman Semusim	106,14	0,37	1,52	0,92	108,95	c
Sawah	31,55	0	1,33	0,87	33,76	c
Jumlah	2484,47	13,57	6,16	4,51	2508,71	
Rata-Rata	496,89	2,71	1,23	0,90	501,74	
%	99,03	0,54	0,25	0,18	100	
BNT 5%	189,89					

Berdasarkan Tabel 10 diketahui bahwa hasil perhitungan pelepasan oksigen pada berbagai tutupan lahan di Sub-Sub DAS Khilau DAS Sekampung. Menunjukkan bahwa hutan primer mampu melepaskan oksigen dengan jumlah tertinggi. Hal ini diduga komposisi vegetasi penyusun hutan primer yang mampu menghasilkan oksigen dalam jumlah tinggi. Hal tersebut sesuai dengan Junaidi (2008) yang menyatakan bahwa besarnya jumlah vegetasi akan berpengaruh terhadap jumlah oksigen yang dihasilkan dari proses fotosintesis. Namun dibandingkan dengan tutupan lahan lainnya seperti agroforestri, semak belukar, tanaman semusim dan sawah yang memiliki vegetasi penyusun yang rendah.

## SIMPULAN DAN SARAN

### A. SIMPULAN

Karbon tersimpan pada tutupan lahan hutan sebesar 141,69 ton/ha lebih besar jika dibandingkan dengan tutupan lahan agroforestri (75,33 ton/ha), semak belukar (24,74 ton/ha), tanaman semusim (11,13 ton/ha) dan sawah (3,45 ton/ha) dengan luasan tutupan hutan sebesar 52,22 ha ,agroforestri 457,86 ha, semak belukar 28,74 ha ,tanaman semusim 84,8 ha dan sawah 2,36 ha mampu menyerap karbondioksida sebesar 159.832,73 ton dan melepaskan oksigen sebesar 426.220,61ton.

### B. SARAN

Perlu dilakukan rehabilitasi penggunaan lahan untuk hutan primer agar keberadaanya tetap terjaga dalam menekan emisi karbon. Pengelola harus melakukan pengelolaan lahan dengan maksimal dengan menambah luasan lahan hutan primer yang saat ini sebagian besar dikuasai dengan penggunaan lahan agroforestri.

## DAFTAR PUSTAKA

- Azham, Z. 2015. Estimasi cadangan karbon pada tutupan lahan hutan sekunder, semak dan belukar di kota samarinda. *Jurnal AGRIFOR*. 14(2): 325-338.
- Adinugroho, W. C., Indrawan, A.,Supriyanto dan Arifin, H. S. 2013. Kontribusi Sistem Agroforestri Terhadap Cadangan Karbon di Hulu DAS Kali Bekasi. *Jurnal Hutan Tropis*. 1(3): 242-249.
- Banjarnahor, K.G., Setiawan, A dan Darmawan, A. 2018. Estimasi Perubahan Karbon

- Tersimpan di Atas Tanah di Arboretum Universitas Lampung. *Jurnal Sylva Lestari*. 6 (2): (51-59).
- Banuwa, I.S. 2013. *Erosi*. Kencana. Jakarta. 204 hlm.
- Brown, S. 1997. *Estimating Biomass and Biomass Change of Tropical Forest, a Primer*. FAO Forestry Paper 134. Buku. FAO Rome. 55 hlm.
- Chairul, Muchktar E, Mansyurdin, Tesri M, Indra G.2016. Struktur kerapatan vegetasi dan estimasi kandungan karbon beberapa kondisi hutan di PulauSiberut Sumatera Barat. *Jurnal Metamorfosa*. 3(1): 15-22.
- Chave, J., Andalo, S., Brown, M.A.C., Chambers, D.J.Q., Eamus, H.F.O., Ister, F., Fromard, N., Higuchi, T., Kira, J.P., Lescure, B.W., Nelson, H., Ogawa, H., Puig, B., Rie' ra, T.dan Yamakura. 2005. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oecologia* . 145: 87–99.
- Destaranti, N., Slistiyani, Edy Y. 2017. Struktur dan vegetasi tumbuhan bawah pada tegakan pinus di RPH Kalirajut dan RPH Baturraden Banyumas. *Jurnal Scripta biologica* . 4(3):155–160.
- Dewi, R L. 2016. *Analisis vegetasi di kawasan taman*. <http://ratna.lestyanadewi.blogspot.com/2016/06/analisis-vegetasi-di-kawasan-taman.html>. Diakses 3 oktober 2019.
- Hairiah K, Ekadinata A, Sari RR, Rahayu S. 2011. *Pengukuran Cadangan Karbon: dari tingkat lahan ke bentang lahan*. Buku Petunjuk praktis. Edisi kedua. World Agroforestry Centre, ICRAF SEA Regional Office, Universitas Brawijaya. Malang. 36 hlm.
- Hardjana, A.K., Noor'an, R.F., Tumakaka, I. S., dan Rojikin, A . Pendugaan stok karbon kelompok jenis tegakan berdasarkan tipe potensi hutan di kawasan hutan lindung sungai wain. *Jurnal Penelitian Dipterokarpa*. 6(2): 85-96.
- Indriyanto. 2006. *Ekologi Hutan*. Buku. PT Bumi Aksara. Jakarta. 210 hlm.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2006. *Intergovernmental Panel on Climate Change Guidelones for National Greenhouse Gas Inventories: bab 5*. Buku. IGES. Kanagawa. 32 hlm.
- Junaedi, A. 2008. Kontribusi hutan sebagai rosot karbondioksida. *Info Hutan*. 5(1) : 1-7.
- Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.2018. Undang-undang republik indonesia nomor 13 tahun 2018 tentang kehutanan. Jakarta.
- Monde, A., Sinukaban, N., Murtalaksono, K. dan Pandjaitan, N. 2008. Dinamika karbon (c) akibat alih guna lahan hutan menjadi lahan pertanian. *J. Agroland* .15 (1) : 22 – 26.
- Mutiasari, T. 2016. Karbon tersimpan di atas permukaan tanah di laboratorium lapang terpadu Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Skripsi. Fakultas PertanianUniversitas Lampung. Bandar Lampung.
- Mulyana, L., Febryano, I.,G. Safe'i, R dan Banuwa, I.,S. 2017. Performa pengelolaan agroforestri di wilayah Kesatuan pengelolaan hutan lindung rajabasa. *Jurnal Hutan Tropis*. 5 (2). Hlm 127-133.
- Noor'an, R .F. I., Jaya, I. N .S. dan Puspaningsih, N. 2015. Pendugaan perubahan stok karbon di taman nasional bromo tengger semeru. *Media Konservasi*. 20(2): 177-186.
- Rizon, M.2005. *Profil kandungan karbon pada setiap fase pengelolaan lahan hutan oleh masyarakat menjadi repong damar*. Tesis. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 28-30p.
- Siarudin, M dan Indrajaya, Y. 2014. Struktur tegakan dan cadangan karbon hutan Rakyat pola agroforestry manglid ( Bl.) Manglieta glauca Di Tasikmalaya, Jawa Barat. *Jurnal Penelitian Agroforestry*. 2(1):45-56.

- Siregar.,Y.F.,Wasis., B dan Hilwan.,I. 2018. Potensi Cadangan Karbon Hutan Nabundong KPH Wilayah VI Sumatera Utara. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia (JIPI)*. 23 (1): 67-73.
- Sujarwo, W., I.D.P. Darma. 2011. Analisis vegetasi dan pendugaan karbon tersimpan pada pohon di kawasan gunung dan danau Batur Kintamani Bali. *Jurnal Bumi Lestari*. Vol. 11 No. 1. Hal 85-92.
- Sari, D N.,Fitra Wijaya, F.,Mardana, M A dan Hidayat, M. 2018. Analisis vegetasi tumbuhan dengan metode Transek (*line transect*) dikawasan Hutan deudap pulo aceh Kabupaten aceh besar. *Prosiding Seminar Nasional Biotik 2018*. Hlm 165-173.
- Salisbury, F.B., and C.W. Ross. 1978. *Plant Physiology*. Wadsworth Publishing Company, Belmont, CA. 422 pp.
- Tiosanni A. 2015. Kegiatan serapan dan emisi karbon. *Buku*. Jakarta. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- Yuliasmara, Wibawa A, Prawoto AA. 2009. Karbon tersimpan pada berbagai umur dan sistem pertanaman kakao: pendekatan allometrik. *Pelita Perkebunan*. 25(2): 86-100.